

TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK *PHTHALIC ANHYDRIDE* DENGAN PROSES OKSIDASI *NAPHTHALENE* KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN



Oleh :

Dina Ratnasari

I 0507004

Astri Nur Fajriyati

I 0507025

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2013

commit to user

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK *PHTHALIC ANHYDRIDE*
DENGAN PROSES OKSIDASI *NAPHTHALENE*
KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN

Oleh :

Dina Ratnasari

I 0507004

Astri Nur Fajriyati

I 0507025

Pembimbing II

Pembimbing I

Inayati S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19710829 199903 2 001

Ir. Endang Mastuti
NIP. 19500125 197903 2 001

Dipertahankan di depan tim penguji :

1. Ir. Arif Jumari M.Sc.
NIP. 19650315 199702 1 001

1.

2. Ir. Endah Retno D., M.T.
NIP. 19690719 200003 2 001

2.

Disahkan
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Sunu H. Pranolo
NIP. 19690316 199802 1 001

commit to user

INTISARI

Dina Ratnasari dan Astri Nur Fajriyati, 2013, Prarancangan Pabrik *Phthalic Anhydride* dengan Proses Oksidasi *Naphthalene* Kapasitas 80.000 Ton/Tahun, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Phthalic anhydride merupakan senyawa organik yang sering dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam pembuatan *plasticizer*, alkid resin dan *unsaturated polyester resin*. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, maka dirancang pabrik *phthalic anhydride* kapasitas 80.000 ton/tahun dengan bahan baku *naphthalene* 69.338 ton/tahun. Perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line and staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 158 orang. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan non *shift*. Kebutuhan bahan baku *naphthalene* diperoleh dari ABA Chemie, Malaysia dan bahan baku oksigen diperoleh dari udara bebas. Lokasi pendirian pabrik yang strategis dipilih di Kawasan Industri Cilegon, Banten.

Reaksi pembentukan *phthalic anhydride* merupakan reaksi oksidasi *naphthalene* pada fase gas dengan katalis vanadium pentaoksida. Reaksi berlangsung dalam reaktor *fixed bed multi tube* dengan kondisi non isothermal non adiabatik pada suhu 350 – 390,18 °C dan tekanan 1,7 atm. Konversi *naphthalene* yang diperoleh sebesar 99,9%. Reaksi berlangsung secara eksotermis, sehingga sebagian panas reaksi didinginkan menggunakan *molten salt*. Tahapan proses meliputi persiapan bahan baku *naphthalene* dan katalis, pembentukan *phthalic anhydride* di dalam reaktor, serta pemurnian produk. Pemurnian produk menggunakan *switch condenser* dan *prilling tower*, sehingga diperoleh *phthalic anhydride* dengan kemurnian 99,88%.

Utilitas terdiri dari unit penyediaan air laut sebagai pendingin, unit penyediaan air untuk keperluan umum dan air proses, tenaga listrik, penyediaan udara tekan, penyediaan bahan bakar, dan unit pengolahan limbah. Pabrik *phthalic anhydride* memiliki tiga laboratorium, yaitu laboratorium fisik, laboratorium analitik, dan laboratorium penelitian dan pengembangan, untuk menjaga kualitas bahan baku dan produk.

Hasil analisa ekonomi terhadap prarancangan pabrik *phthalic anhydride* diperoleh modal tetap sebesar Rp 227.267.108.502 dan modal kerja sebesar Rp. 357.216.738.333. Biaya produksi total per tahun sebesar Rp. 1.016.174.363.345. Hasil analisis kelayakan menunjukkan ROI sebelum pajak 94,22% dan setelah pajak 70,67%, POT sebelum pajak 0,96 tahun dan setelah pajak 1,24 tahun, BEP 41,29%, SDP 33,71% dan DCF sebesar 36,25%. Dari analisa ekonomi, pendirian pabrik *phthalic anhydride* layak untuk didirikan.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT, hanya karena rahmat dan ridho-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul "Prarancangan Pabrik *Phthalic Anhydride* dengan Proses Oksidasi *Naphthalene* Kapasitas 80.000 Ton/Tahun" ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan baik berupa dukungan moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan doa, materi dan semangat yang senantiasa diberikan tanpa kenal lelah.
2. Ir. Endang Mastuti selaku Dosen Pembimbing I dan Inayati S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan bantuannya dalam penulisan tugas akhir.
3. Ir. Arif Jumari M.Sc. selaku Dosen Penguji I dan Ir. Endah Retno D. M.T. selaku Dosen Penguji II dalam ujian pendadaran tugas akhir
4. Ir. Endang Mastuti dan Ir. Paryanto M.S. selaku Pembimbing Akademik.
5. Dr. Sunu H. Pranolo selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FT UNS.
6. Segenap Civitas Akademika atas semua bantuannya.
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Kimia FT UNS khususnya angkatan 2007.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Surakarta, Juli 2013

commit to user

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	xii
Daftar Singkatan dan Lambang	xiii
Intisari	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
I.2 Kapasitas Perancangan	2
I.2.1 Kebutuhan <i>Phthalic Anhydride</i> di Indonesia	2
I.2.2 Ketersediaan Bahan Baku.....	5
I.2.3 Kapasitas Minimal	5
I.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	6
I.3.1 Faktor Utama	7
I.3.2 Faktor Khusus	8
I.4 Tinjauan Pustaka	8
I.4.1 Macam - macam Proses	8
I.4.2 Kegunaan Produk	10
I.4.3 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk	11
a. Bahan Baku	11

b. Produk	13
I.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum	14
 BAB II DESKRIPSI PROSES	
II.1 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pendukung dan Produk	17
II.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	17
II.1.2 Spesifikasi Produk	18
II.1.3 Spesifikasi Bahan Pendukung	18
II.2 Konsep Proses	19
II.2.1 Dasar Reaksi	19
II.2.2 Mekanisme Reaksi	19
II.2.3 Kondisi Operasi	20
II.2.4 Tinjauan Kinetika	22
II.2.5 Tinjauan Termodinamika	23
II.3 Diagram Alir Proses	27
II.3.1 Diagram Alir Proses	27
II.3.2 Diagram Alir Kualitatif	27
II.3.3 Diagram Alir Kuantitatif	27
II.3.4 Langkah Proses	31
a. Tahap Persiapan Bahan Baku	31
b. Tahap Pembentukan <i>Phthalic Anhydride</i>	32
c. Tahap Pemisahan Produk	33
II.4 Neraca Massa dan Neraca Panas	34
II.4.1 Neraca Massa	34

II.4.2 Neraca Panas	36
II.5 <i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan Proses	39
II.5.1 <i>Lay Out</i> Pabrik.....	39
II.5.2 <i>Lay Out</i> Peralatan Proses	42

BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

III.1 <i>Extruder</i>	45
III.2 <i>Furnace</i>	45
III.3 Reaktor	46
III.4 <i>Switch Condenser</i>	47
III.5 <i>Prilling Tower</i>	48
III.6 Silo	49
III.7 <i>Belt Conveyor</i>	49
III.8 <i>Bucket Elevator</i>	50
III.9 <i>Screw Conveyor</i>	50
III.10 <i>Hopper</i>	51
III.11 <i>Waste Heat Boiler</i>	51
III.12 <i>Heat Exchanger</i>	52
III.13 Pompa	56
III.14 <i>Blower</i>	57

BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

IV.1 Unit Pendukung Proses	58
IV.1.1 Unit Pengadaan Air	59
a. Unit Pengolahan Air Laut.....	59

b. Unit Pengolahan Air dari PT. KTI	61
c. Air Pendingin dan Air Pemadam Kebakaran	67
d. Air Umpan <i>Waste Heat Boiler</i>	67
e. Air Konsumsi Umum dan Sanitasi	68
f. Kebutuhan Air	68
IV.1.2 Unit Pengadaan Udara Tekan	70
IV.1.3 Unit Pengadaan Listrik	71
a. Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas	72
b. Listrik untuk Penerangan	73
c. Listrik untuk AC	75
d. Listrik untuk Laboratorium dan Instrumentasi	75
IV.1.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar	76
IV.2 Laboratorium	77
IV.2.1 Laboratorium Fisik	79
IV.2.2 Laboratorium Analitik	79
IV.2.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan	79
IV.2.4 Prosedur Analisa Bahan Baku dan Produk	80
IV.2.5 Prosedur Analisa Proses	80
IV.2.6 Prosedur Analisa Air	81
IV.3 Unit Pengolahan Limbah	81

BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN

V.1 Bentuk Perusahaan	84
V.2 Struktur Organisasi	85

V.3	Tugas dan Wewenang	90
V.3.1	Pemegang Saham	90
V.3.2	Dewan Komisaris	90
V.3.3	Dewan Direksi	91
V.3.4	Staf Ahli	92
V.3.5	Kepala Bagian	92
V.3.6	Kepala Seksi	96
V.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan	97
V.4.1	Karyawan <i>Non Shift</i> / Harian	97
V.4.2	Karyawan <i>Shift</i>	97
V.5	Status Karyawan dan Sistem Upah	99
V.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	100
V.6.1	Penggolongan Jabatan	100
V.6.2	Jumlah Karyawan dan Gaji	100
V.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan	103

BAB VI ANALISA EKONOMI

VI.1	Penaksiran Harga Peralatan	106
VI.2	Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	108
VI.2.1	Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investment</i>)	109
VI.2.2	Modal Kerja (<i>Working Capital Investment</i>)	110
VI.3	Biaya Produksi Total (<i>Total Poduction Cost</i>)	110
VI.3.1	<i>Manufacturing Cost</i>	110
a.	<i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC)	110

b. <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	111
c. <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	111
VI.3.2 <i>General Expense (GE)</i>	112
VI.4 Keuntungan Produksi	112
VI.5 Analisa Kelayakan	113
Daftar Pustaka	xviii
Lampiran	

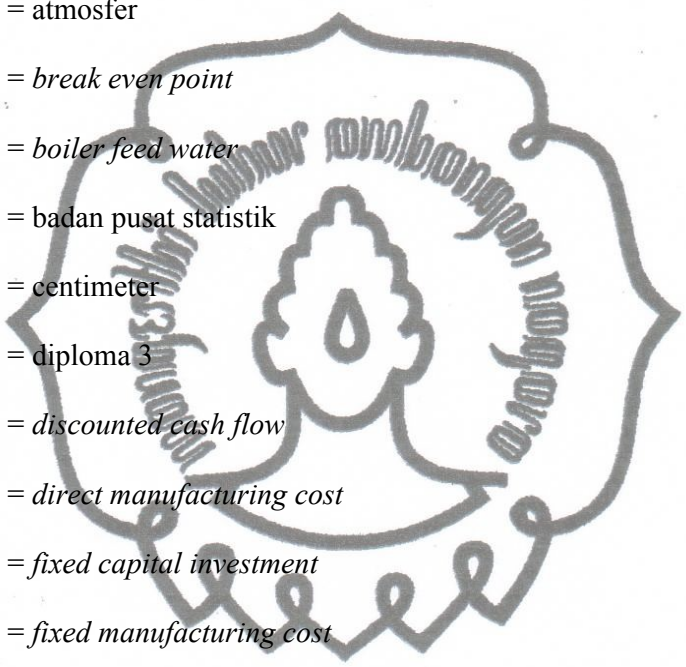


DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Data Impor <i>Phthalic Anhydride</i> di Indonesia	3
Gambar I.2	Diagram Blok Pembuatan <i>Phthalic Anhydride</i>	16
Gambar II.1	Panas Reaksi	24
Gambar II.2	Diagram Alir Proses	28
Gambar II.3	Diagram Alir Kualitatif	29
Gambar II.4	Diagram Alir Kuantitatif	30
Gambar II.5	<i>Lay Out</i> Pabrik	41
Gambar II.6	<i>Lay Out</i> Peralatan Proses	44
Gambar IV.1	Skema Pengolahan Air Laut	61
Gambar IV.2	Skema Pengolahan Air dari PT. KTI	66
Gambar V.1	Struktur Organisasi Pabrik <i>Phthalic Anhydride</i>	89
Gambar VI.1	<i>Chemical Engineering Cost Index</i>	107
Gambar VI.2	Grafik Analisa Kelayakan	116

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN

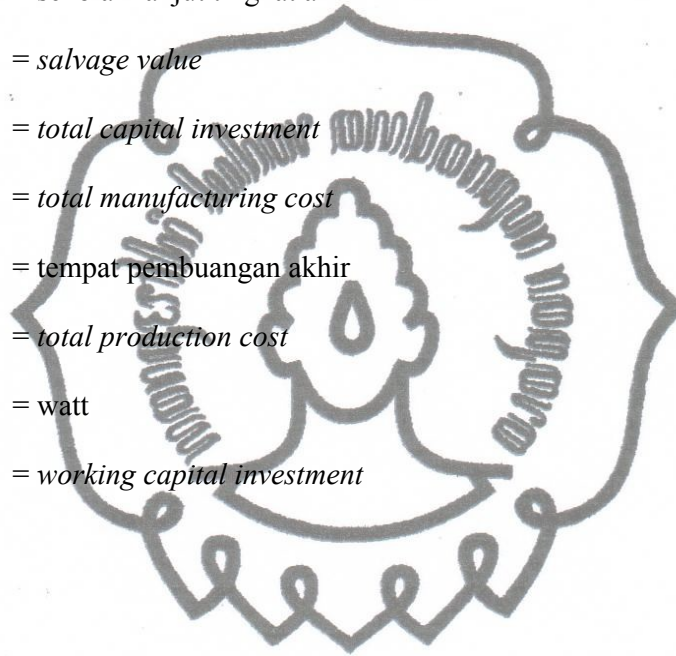


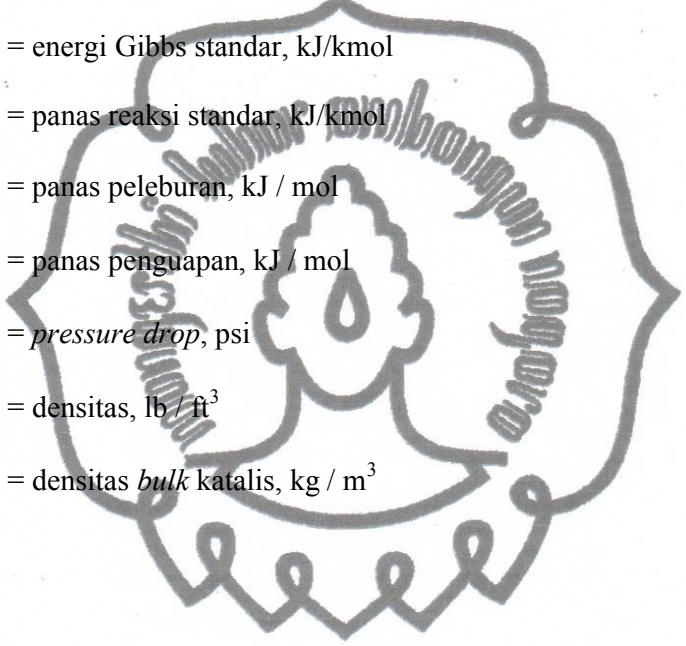
AC	= <i>air conditioner</i>
atm	= atmosfer
BEP	= <i>break even point</i>
BFW	= <i>boiler feed water</i>
BPS	= badan pusat statistik
cm	= centimeter
D3	= diploma 3
DCF	= <i>discounted cash flow</i>
DMC	= <i>direct manufacturing cost</i>
FCI	= <i>fixed capital investment</i>
FMC	= <i>fixed manufacturing cost</i>
fpm	= <i>feet per minute</i>
g	= gram
GE	= <i>general expense</i>
hp	= <i>horse power</i>
IDO	= <i>industrial diesel oil</i>
IDS	= <i>inside diameter shell</i>
IDT	= <i>inside diameter tube</i>
IMC	= <i>indirect manufacturing cost</i>
in	= inchi

commit to user

K	= kelvin
Kabag	= kepala bagian
kal	= kalori
Kasi	= kepala seksi
kg	= kilogram
kJ	= kilojoule
kmol	= kilomol
kPa	= kilopascal
KTI	= Krakatau Tirta Industri
kW	= kilo watt
L	= liter
LITBANG	= penelitian dan pengembangan
LPG	= <i>liquified petroleum gas</i>
LPS	= <i>low pressure steam</i>
m	= meter
mm	= milimeter
NPSH	= <i>net positive suction head</i>
ODT	= <i>outside diameter tube</i>
PLN	= perusahaan listrik negara
POS	= <i>profit on sales</i>
POT	= <i>pay out time</i>
PT	= peseroan terbatas
ROI	= <i>return on investment</i>

rpm	= <i>radian per minute</i>
RUPS	= rapat umum pemegang saham
SDP	= <i>shut down point</i>
SK	= surat keputusan
SLTA	= sekolah lanjut tingkat akhir
SV	= <i>salvage value</i>
TCI	= <i>total capital investment</i>
TMC	= <i>total manufacturing cost</i>
TPA	= tempat pembuangan akhir
TPC	= <i>total production cost</i>
W	= watt
WCI	= <i>working capital investment</i>



LAMBANG

μ	= viskositas, cp
ε	= porositas tumpukan katalis, m^3 / m^3
K_0	= konstanta kesetimbangan pada suhu standar
P^0	= tekanan uap murni, mmHg
ΔG_f^0	= energi Gibbs standar, kJ/kmol
ΔH_f^0	= panas reaksi standar, kJ/kmol
ΔH_{fus}	= panas peleburan, kJ / mol
ΔH_{vap}	= panas penguapan, kJ / mol
ΔP	= <i>pressure drop</i> , psi
ρ	= densitas, lb / ft ³
ρ_B	= densitas <i>bulk</i> katalis, kg / m ³

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Data Impor <i>Phthalic Anhydride</i>	3
Tabel I.2	Prediksi Kebutuhan <i>Phthalic Anhydride</i>	4
Tabel I.3	Industri di Indonesia yang Menggunakan <i>Phthalic Anhydride</i>	5
Tabel I.4	Industri Penghasil <i>Phthalic Anhydride</i> di Dalam dan Luar Negeri	6
Tabel I.5	Perbandingan Harga Bahan Baku	10
Tabel I.6	Sifat - sifat Fisis N_2 dan O_2 Komponen Udara	12
Tabel II.1	Neraca Massa <i>Extruder</i>	34
Tabel II.2	Neraca Massa <i>Furnace</i>	34
Tabel II.3	Neraca Massa <i>Tee</i>	35
Tabel II.4	Neraca Massa disekitar Reaktor	35
Tabel II.5	Neraca Massa <i>Switch Condenser</i>	35
Tabel II.6	Neraca Massa <i>Prilling Tower</i>	36
Tabel II.7	Neraca Massa Total	36
Tabel II.8	Neraca Panas <i>Melter</i>	36
Tabel II.9	Neraca Panas <i>Furnace</i>	37
Tabel II.10	Neraca Panas <i>Tee</i>	37
Tabel II.11	Neraca Panas disekitar Reaktor	37
Tabel II.12	Neraca Panas Zona Desublimasi <i>Switch Condenser</i>	38
Tabel II.13	Neraca Panas Zona <i>Melting Switch Condenser</i>	38
Tabel II.14	Neraca Panas <i>Prilling Tower</i>	38
Tabel III.1	Spesifikasi <i>Extruder</i>	45

Tabel III.2	Spesifikasi <i>Furnace</i>	45
Tabel III.3	Spesifikasi Reaktor	46
Tabel III.4	Spesifikasi <i>Switch Condenser</i>	47
Tabel III.5	Spesifikasi <i>Prilling Tower</i>	48
Tabel III.6	Spesifikasi Silo	49
Tabel III.7	Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i>	49
Tabel III.8	Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i>	50
Tabel III.9	Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i>	50
Tabel III.10	Spesifikasi <i>Hopper</i>	51
Tabel III.11	Spesifikasi <i>Waste Heat Boiler</i>	51
Tabel III.12	Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	52
Tabel III.13	Spesifikasi Pompa	56
Tabel III.14	Spesifikasi <i>Blower</i>	57
Tabel IV.1	Kebutuhan Air Pendingin	69
Tabel IV.2	Kebutuhan Air Umpan <i>Waste Heat Boiler</i>	69
Tabel IV.3	Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi	69
Tabel IV.4	Kebutuhan Air Laut	70
Tabel IV.5	Kebutuhan Air dari PT. KTI	70
Tabel IV.6	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas	72
Tabel IV.7	Jumlah <i>Lumen</i> Berdasarkan Luas Bangunan	74
Tabel IV.8	Total Kebutuhan Listrik Pabrik	75
Tabel V.1	Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i>	98
Tabel V.2	Jumlah Karyawan Menurut Jabatan	101

Tabel V.3	Perincian Golongan dan Gaji Karyawan	102
Tabel VI.1	Indeks Harga Alat	106
Tabel VI.2	Modal Tetap	109
Tabel VI.3	Modal Kerja	110
Tabel VI.4	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	111
Tabel VI.5	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	111
Tabel VI.6	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	111
Tabel VI.7	<i>General Expense</i>	112
Tabel VI.8	Analisa Kelayakan	115

